

Cara uji kelulusan air benda uji tanah di laboratorium dengan tekanan tetap



© BSN 2008

Hak cipta dilindungi undang-undang. Dilarang menyalin atau menggandakan sebagian atau seluruh isi dokumen ini dengan cara dan dalam bentuk apapun dan dilarang mendistribusikan dokumen ini baik secara elektronik maupun tercetak tanpa izin tertulis dari BSN

BSN
Gd. Mangala Wanabakti
Blok IV, Lt. 3,4,7,10.
Telp. +6221-5747043
Fax. +6221-5747045
Email: dokinfo@bsn.go.id
www.bsn.go.id

Diterbitkan di Jakarta

Daftar isi

Daftar isi.....	i
Prakata	iii
Pendahuluan.....	iv
1 Ruang lingkup.....	1
2 Acuan normatif	1
3 Istilah dan definisi	1
4 Ketentuan dan persyaratan	2
4.1 Peralatan	2
4.1.1 Sel benda uji tanah	2
4.1.2 Alat pengatur tetap (regulator).....	3
4.1.3 Tangki air	3
4.1.4 Cabang silang	4
4.1.5 Pipa ukur (buret)	4
4.1.6 Perlengkapan.....	4
4.2 Peralatan cetak benda uji tanah	4
4.3 Benda uji dan bahan penunjang uji	5
4.3.1 Benda uji tanah tidak terganggu	5
4.3.2 Benda uji tanah terganggu.....	5
4.3.3 Bahan penunjang uji	5
4.4 Pengujian.....	5
4.4.1 Kalibrasi	5
4.4.2 Batasan pengujian	5
4.4.3 Petugas.....	6
4.4.4 Penanggung jawab hasil uji	6
5 Cara pengujian	6
5.1 Persiapan benda uji	6
5.2 Persiapan pengujian	6
5.3 Prosedur pengujian.....	6
5.3.1 Penjenuhan sistem sebelah kanan benda uji	6
5.3.2 Pengujian dengan pemberian tekanan tetap	6
6 Perhitungan	7
7 Laporan uji	7

Lampiran A	Bagan alir metode uji kelulusan air benda uji tanah di laboratorium (normatif).....	8
Lampiran B	Contoh uji kelulusan air dengan tekanan tetap (informatif)	9
Lampiran C	Tabel daftar deviasi teknis dan penjelasannya (informatif)	11
Bibliografi	12



Prakata

Standar tentang 'Cara uji kelulusan air benda uji tanah di laboratorium dengan tekanan tetap' merupakan revisi dari SNI 03-2435-1991, Metode Pengujian Laboratorium Tentang Kelulusan Air Untuk Contoh Tanah, yang mengacu pada standar "*Test method for permeability of granular soils (constant head)*" (ASTM D 2434-1989), dengan perubahan pada judul, penambahan acuan normatif, penambahan istilah dan definisi, penambahan dan revisi beberapa materi mengenai persyaratan dan ketentuan serta cara pengujian, penjelasan rumus, pembuatan bagan alir, perbaikan gambar dan pembuatan contoh formulir.

Standar ini disusun oleh Panitia Teknis Bahan Konstruksi Bangunan dan Rekayasa Sipil pada Sub Panitia Teknisk Bidang Sumber Daya Air melalui Gugus Kerja Pendayagunaan Sumber Daya Air Bidang Bahan dan Geoteknik.

Tata cara penulisan disusun mengikuti Pedoman Standardisasi Nasional Nomor 08:2007 dan dibahas pada forum rapat konsensus pada tanggal 16 November 2006 di Bandung dengan melibatkan para nara sumber, pakar dan lembaga terkait.



Pendahuluan

Dalam desain bangunan sering dilakukan analisis rembesan dengan menggunakan parameter koefisien kelulusan air untuk menilai tingkat keamanannya terhadap erosi buluh dan tekanan angkat. Parameter koefisien kelulusan air dapat diperoleh dengan berbagai cara. Dalam melakukan uji kelulusan air ini digunakan cara uji kelulusan air dengan tekanan air konstan pada benda uji tanah yang dijenuhkan. Mengingat diperlukannya koefisien kelulusan air dan gradien hidraulik untuk perhitungan rembesan bangunan air, dan bagaimana cara penerapannya, perlu disusun revisi standar berjudul "**Cara uji kelulusan air benda uji tanah di laboratorium dengan tekanan tetap**".

Cara uji ini dimaksudkan sebagai pegangan dan acuan dalam uji kelulusan air dengan injeksi air bertekanan konstan pada benda uji tanah tidak terganggu dan pada benda uji tanah terganggu. Tujuannya adalah untuk memperoleh parameter koefisien kelulusan air (k), dan gradien hidraulik, yang akan digunakan untuk keperluan analisis perhitungan rembesan suatu bangunan atau timbunan. Standar ini diharapkan bermanfaat bagi para laboran atau tenaga teknis yang berhubungan dengan penyelidikan geoteknik, para pendesain bangunan dan pihak-pihak terkait lainnya.



Cara uji kelulusan air benda uji tanah di laboratorium dengan tekanan tetap

1 Ruang lingkup

Standar ini menetapkan cara uji kelulusan air benda uji tanah di laboratorium dengan tekanan tetap, untuk memperoleh parameter koefisien kelulusan air dan gradien hidraulik, yang akan digunakan untuk keperluan analisis rembesan suatu bangunan timbunan.

Standar ini menguraikan tentang prinsip-prinsip cara uji kelulusan air benda uji tanah di laboratorium meliputi: sistem peralatan uji kelulusan air yang terdiri atas sel benda uji tanah, alat perlengkapan uji, benda uji dan bahan penunjang uji; persyaratan dan ketentuan, dan cara uji; perhitungan parameter koefisien kelulusan air; serta laporan uji. Cara uji ini berlaku baik untuk benda uji tanah terganggu maupun benda uji tanah tidak terganggu.

2 Acuan normatif

- SNI 03-1964-1990 : Metode pengujian berat jenis tanah
- SNI 03-1965-1990 : Metode pengujian kadar air tanah
- SNI 03-1966-1990 : Metode pengujian batas plastis
- SNI 03-1967-1990 : Metode pengujian batas cair dengan alat Casagrande

3 Istilah dan definisi

Istilah dan definisi yang berkaitan dengan standar ini adalah sebagai berikut.

3.1

akrilik (*acrilic*)

sejenis plastik yang bersifat tembus pandang.

3.2

batu pori (*porous stone*)

sejenis bahan pasir (atau bahan lainnya misal tembaga) yang diproses secara mekanis melalui penumbukan dengan memberi lem akrilik, sehingga terbentuk bahan yang sarang dan material halus tidak dapat lewat.

3.3

benda uji tanah

benda uji yang diletakkan di dalam cincin (*ring*) logam dengan dua buah batu pori yang diletakkan di atas dan di bawah benda uji tanah tersebut. Pembebanan pada benda uji tanah dilakukan dengan cara meletakkan beban pada ujung sebuah balok datar; dan benda uji selalu terendam dalam air selama pengujian.

3.4

debit air rata-rata

volume air per satuan waktu yang mengalir ke luar lewat pori-pori benda uji tanah.

3.5

grafik kelulusan air dan waktu

grafik hubungan antara debit air dengan waktu (q versus t atau q versus $\frac{1}{\sqrt{t}}$ t untuk setiap pemberian tekanan tetap; bentuk grafik umumnya berupa tiga tahapan yang berbeda.

3.6

lapisan sarang (*porous layer*)

pasir kerikilan yang bersifat seragam dan diperoleh melalui proses penyaringan

3.7

manometer

alat untuk mengukur perbedaan tekanan yang diuji dengan media air.

3.8

pengatur tekanan otomatis

sejenis pengaman yang dipasang pada kompresor agar tekanan tidak melebihi kemampuan kompresor.

3.9

pengatur tekanan tetap (*regulator*)

alat yang dapat mengatur tekanan agar selalu berada dalam keadaan tetap.

3.10

tekanan air pori

tekanan hidrostatik dalam ruang pori antarbutir yang terisi air.

3.11

uji kelulusan air

uji yang dilakukan pada benda uji tanah untuk mengetahui karakteristik atau koefisien kelulusan air dengan tekanan tetap.

4 Ketentuan dan persyaratan

4.1 Peralatan

Rangkaian peralatan uji kelulusan air dengan injeksi air bertekanan tetap di laboratorium, baik pada tanah terganggu maupun tanah tidak terganggu. Peralatan uji ini terdiri atas beberapa kelompok peralatan, yang meliputi peralatan sel benda uji tanah, alat ukur konstan, tangki air, alat ukur tekanan, cabang silang, pipa ukur, dan perlengkapan lainnya (lihat Gambar 1).

4.1.1 Sel benda uji tanah

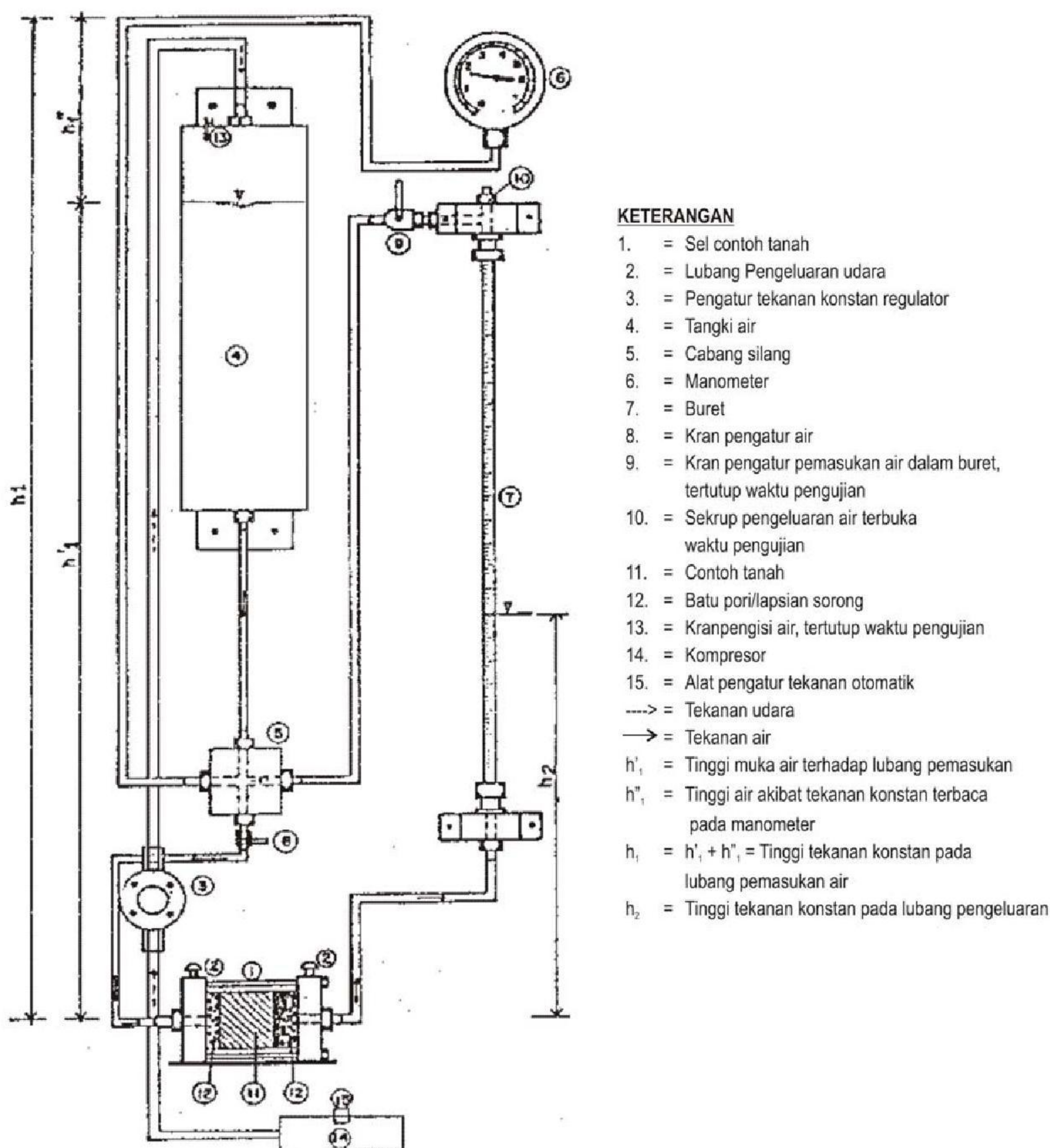
Sel benda uji tanah, yang terbuat dari bahan akrilik atau baja anti karat (*stainless steel*), terdiri atas :

- a) silinder berdiameter dalam minimum 8 s.d 12 kali ukuran butir tanah terbesar yang diuji, dan maksimum 150 mm;
- b) dua landasan penjepit silinder yang dapat dikencangkan dengan menggunakan baut pengencang;
- c) 2 buah lubang udara;
- d) 1 buah lubang pemasukan air bertekanan tetap;
- e) 1 buah lubang pengeluaran air.

4.1.2 Alat pengatur tekanan tetap (regulator)

Alat pengatur tekanan tetap yang berkapasitas 600 kPa dilengkapi dengan :

- lubang pemasukan udara yang dihubungkan dengan kompresor;
- 1 buah lubang pengeluaran tekanan udara yang dihubungkan dengan tangki air.



Gambar 1 Contoh rangkaian peralatan uji kelulusan air dengan tekanan tetap

4.1.3 Tangki air

Tangki air yang berkapasitas 4 liter s.d 10 liter dilengkapi dengan :

- 1 buah lubang pemasukan untuk mengisi air ke dalam tangki;
- 1 buah lubang pemasukan tekanan udara tetap;
- 1 buah lubang pengeluaran air bertekanan tetap.

4.1.4 Cabang silang

Cabang silang terdiri atas 4 cabang yaitu :

- a) 1 buah cabang yang dihubungkan dengan lubang pengeluaran tangki air;
- b) 1 buah cabang yang dihubungkan dengan alat ukur tekanan (manometer) air tetap;
- c) 1 buah cabang yang dilengkapi kran pengatur dan dihubungkan dengan lubang pemasukan air bertekanan tetap;
- d) 1 buah cabang yang dihubungkan dengan kran pengatur buret.

4.1.5 Pipa ukur (buret)

Pipa ukur yang berkapasitas 50 ml s.d 100 ml dilengkapi dengan :

- a) 1 buah lubang pemasukan air di bagian bawah, yang dihubungkan dengan lubang pengeluaran air pada sel benda uji tanah;
- b) 1 buah lubang pemasukan air di bagian atas, yang diatur dengan kran pengatur buret;
- c) 1 buah lubang pengeluaran air di bagian atas.

4.1.6 Perlengkapan

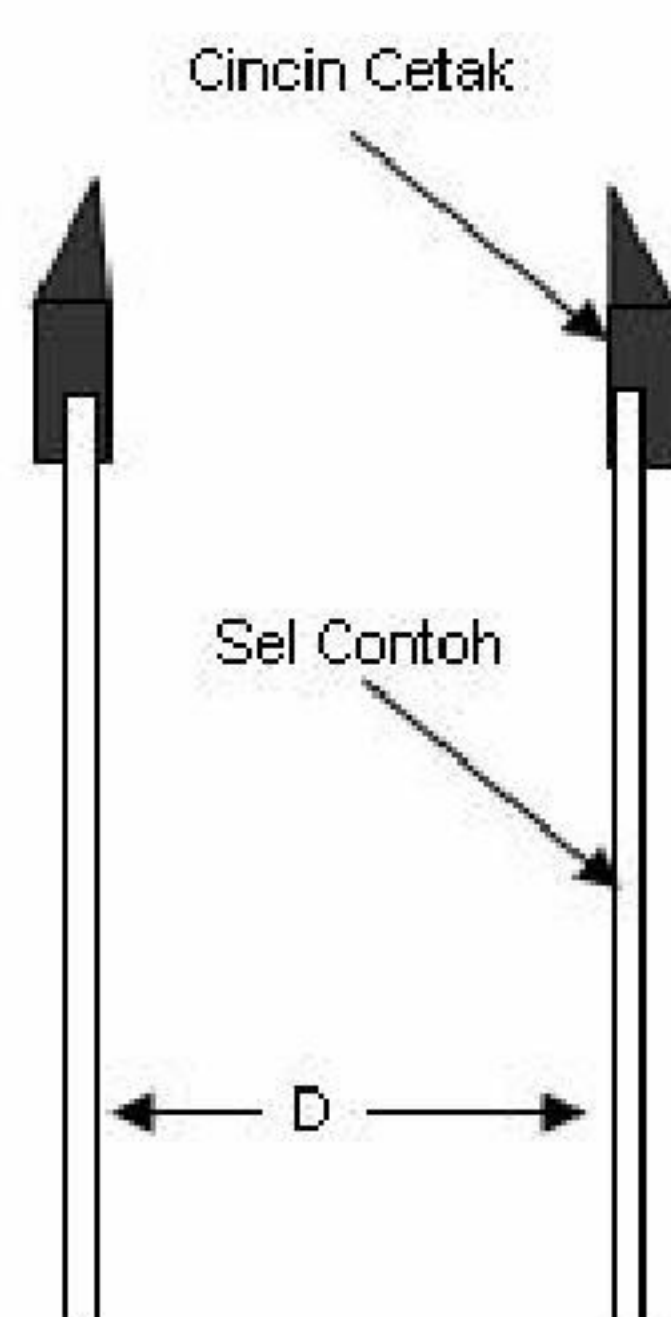
Perlengkapan atau peralatan lain yang harus disiapkan terdiri atas:

- a) Batu pori :
 - 1) lapisan yang digunakan untuk mengisi ruang kosong di sisi kiri dan kanan benda uji tanah;
 - 2) koefisien kelulusan airnya harus cukup rendah untuk mencegah pergerakan butir-butir halus dari benda uji tanah;
- b) Alat ukur tekanan (manometer) yang berkapasitas 200 kPa s.d 600 kPa dengan ketelitian pembacaan 1 kPa s.d 5 kPa;
- c) Kompresor yang berkapasitas 600 kPa, dilengkapi dengan pengatur tekanan tetap otomatis;
- d) Arloji ukur yang mempunyai ketelitian sampai detik.

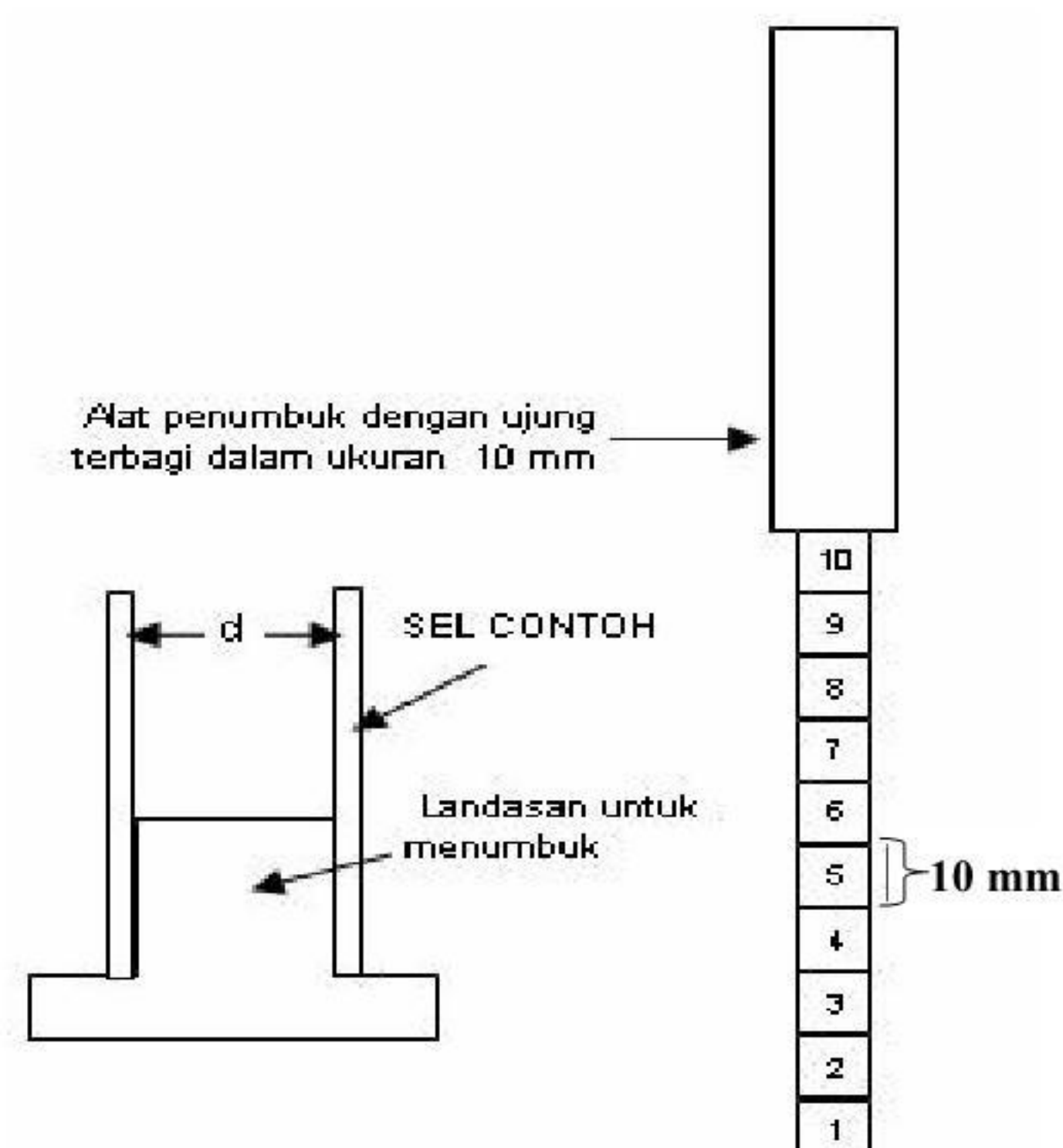
4.2 Peralatan cetak benda uji tanah

Peralatan cetak benda uji tanah yang akan digunakan dalam uji kelulusan air dengan tekanan tetap, terdiri atas 2 macam, yaitu :

- a) Benda uji tanah tidak terganggu (tanah asli), dicetak langsung menggunakan cincin cetak yang dipasang pada salah satu ujung silinder contoh tanah, dan berdiameter dalam sama dengan diameter dalam silinder contoh (lihat Gambar 2);
- b) Benda uji tanah terganggu, perlu dipadatkan dulu sesuai keperluan dengan alat penumbuk dalam silinder contoh (lihat Gambar 3).



Gambar 2 Alat cetak benda uji tanah tidak terganggu



Gambar 3 Alat cetak benda uji tanah terganggu

4.3 Benda uji dan bahan penunjang uji

Benda uji yang digunakan harus diambil dari contoh tanah yang memenuhi ketentuan sebagai berikut.

4.3.1 Benda uji tanah tidak terganggu

Benda uji tanah tidak terganggu (tanah asli) diambil dari contoh tanah tidak terganggu dan dicetak langsung menggunakan cincin cetak yang dipasang pada salah satu ujung silinder contoh tanah (lihat Gambar 2).

4.3.2 Benda uji tanah terganggu (yang dipadatkan)

Benda uji tanah terganggu dibuat dari contoh tanah terganggu yang dipadatkan dulu sesuai keperluan dengan alat penumbuk dalam silinder contoh tanah (lihat Gambar 3).

4.3.3 Bahan penunjang uji (air)

Air yang digunakan dalam sistem pengujian kelulusan air ini harus bersih, bebas dari kotoran dan suspensi lumpur (disarankan untuk menggunakan air bebas udara atau air suling).

4.4 Pengujian

4.4.1 Kalibrasi

Semua alat ukur (alat ukur waktu, pipa ukur, pengatur tekanan, dan pengatur tekanan tetap) harus dikalibrasi minimum 3 tahun sekali dan pada saat diperlukan, sesuai dengan persyaratan kalibrasi yang berlaku.

4.4.2 Batasan pengujian

Beberapa batasan yang harus diperhatikan dalam cara uji ini adalah :

- pergerakan benda uji dalam arah lateral harus ditahan;
- benda uji harus diberi beban aksial dengan penambahan beban secara bertahap;
- tekanan air pori berlebihan yang terjadi pada setiap penambahan beban, akan menurun hingga mendekati nol;

- d) selama proses pemampatan harus dilakukan pengukuran penurunan benda uji tanah;
- e) data dari hasil pengukuran ini akan digunakan untuk menghitung parameter-parameter kompresibilitas dan kecepatan penurunan benda uji.

4.4.3 Petugas

Petugas pengujian ini adalah laboran atau teknisi yang memahami dan berpengalaman dalam pengujian kelulusan air di laboratorium dan diawasi oleh tenaga ahli geoteknik.

4.4.4 Penanggung jawab hasil uji

Beberapa hal yang harus diperhatikan dalam pelaksanaan pengujian adalah :

- a) kemampuan petugas pengujian dan pengawas harus kompetensi;
- b) nama-nama penguji, pengawas dan penanggung jawab hasil uji harus tertulis dengan jelas, dan disertai paraf atau tanda tangan, beserta tanggal yang jelas.

5 Cara pengujian

Lakukan persiapan pengujian untuk kalibrasi dan pemeriksaan peralatan, dan pengukuran benda uji sebagai berikut.

5.1 Persiapan benda uji

- a) Uji kadar air (sesuai SNI 03-1965-1990), berat volume (sesuai SNI 03-1964-1990), dan analisis butiran (sesuai SNI 03-1966-1990 dan SNI 03-1967-1990).
- b) Cetak benda uji tanah:
 - 1) untuk benda uji tidak terganggu, pasang cincin benda uji pada ujung silinder dan langsung tekan ke dalam tabung contoh;
 - 2) untuk benda uji terganggu, padatkan lapis demi lapis sesuai keperluan dengan alat penumbuk dalam silinder contoh.
- c) Ukur panjang dan diameter benda uji (sesuai alat cetakan).
- d) Catat data dalam formulir isian.

5.2 Persiapan pengujian

- a) Isi batu pori atau lapisan sarang di sisi kiri dan kanan benda uji tanah.
- b) Pasang silinder yang berisi benda uji tanah dan batu pori pada landasannya, dan kencangkan baut-baut pengunci agar tidak bocor pada waktu pengisian.
- c) Pasang pipa-pipa plastik yang menghubungkan sel benda uji dengan keran pengatur tekanan tetap pada cabang silang dan dengan lubang pemasukan air yang terletak di bagian bawah buret.

5.3 Prosedur pengujian

5.3.1 Penjenuhan sistem sebelah kanan benda uji

- a) Hilangkan udara dalam sel dan pipa-pipa plastik dengan mengalirkan air bertekanan 20 kPa.
- b) Buka keran pengatur tekanan tetap dan sekrup lubang udara sebelah kiri benda uji tanah, untuk penjenuhan sistem sebelah kanan benda uji tanah.
- c) Buka keran pengatur pemasukan air buret dan sekrup lubang udara sebelah kanan benda uji tanah, untuk penjenuhan sistem sebelah kanan benda uji tanah.
- d) Tutup semua keran dan sekrup lubang udara setelah semua sistem menjadi jenuh air.

5.3.2 Pengujian dengan pemberian tekanan tetap

- Setel pengatur tekanan otomatis agar tidak melampaui kapasitas kompresor, dan sambungkan dengan sumber tenaga listrik untuk menjalankan kompresor.
- Beri tekanan tetap pada tangki air dengan memutar alat pengatur tekanan, sehingga terbaca tekanan yang diperlukan pada manometer. Besarnya tekanan tetap bergantung pada jenis benda uji tanah dan kondisi lapangan, yaitu:
 - untuk tanah pasir kerikilan antara 0 s.d 50 kPa (gradien hidraulik $i < 1$);
 - untuk tanah lanau/lempung antara 50 kPa s.d 100 kPa (tanah lunak $i < 1$, tanah keras $i = 1$ s.d 5).
- Buka keran pengatur tekanan air tetap dan biarkan air mengalir lewat benda uji tanah.
- Catat debit air terukur dalam buret dalam selang waktu setiap 1 menit s.d 5 menit untuk tanah pasir kerikilan, dan 1 jam s.d 2 jam untuk tanah lanau/lempung. Pengamatan dianggap selesai jika debit air rata-rata yang mengalir lewat benda uji tanah mencapai keadaan tetap.
- Gambarkan grafik hubungan antara q versus t (debit dengan waktu) atau antara q versus $1/\sqrt{t}$ serta cari q pada keadaan tetap.
- Hitung koefisien kelulusan air dengan persamaan (1) dan (2).

6 Perhitungan

Perhitungan koefisien kelulusan air benda uji tanah dengan tekanan tetap di laboratorium dilakukan dengan menggunakan persamaan

$$k = q / (A \times i \times 60) \dots\dots\dots (1)$$

$$i = (h_1 - h_2) / L \dots\dots\dots (2)$$

dengan penjelasan :

- k : koefisien kelulusan air (cm/s);
 q : debit air rata-rata (cm³/s);
 h_1 : tinggi tekanan konstan pada lubang pemasukan air (cm);
 h_2 : tinggi tekanan pada lubang pengeluaran air (cm);
 L : panjang benda uji tanah (cm);
 i : kemiringan hidraulik;
 A : luas penampang benda uji tanah (cm²).

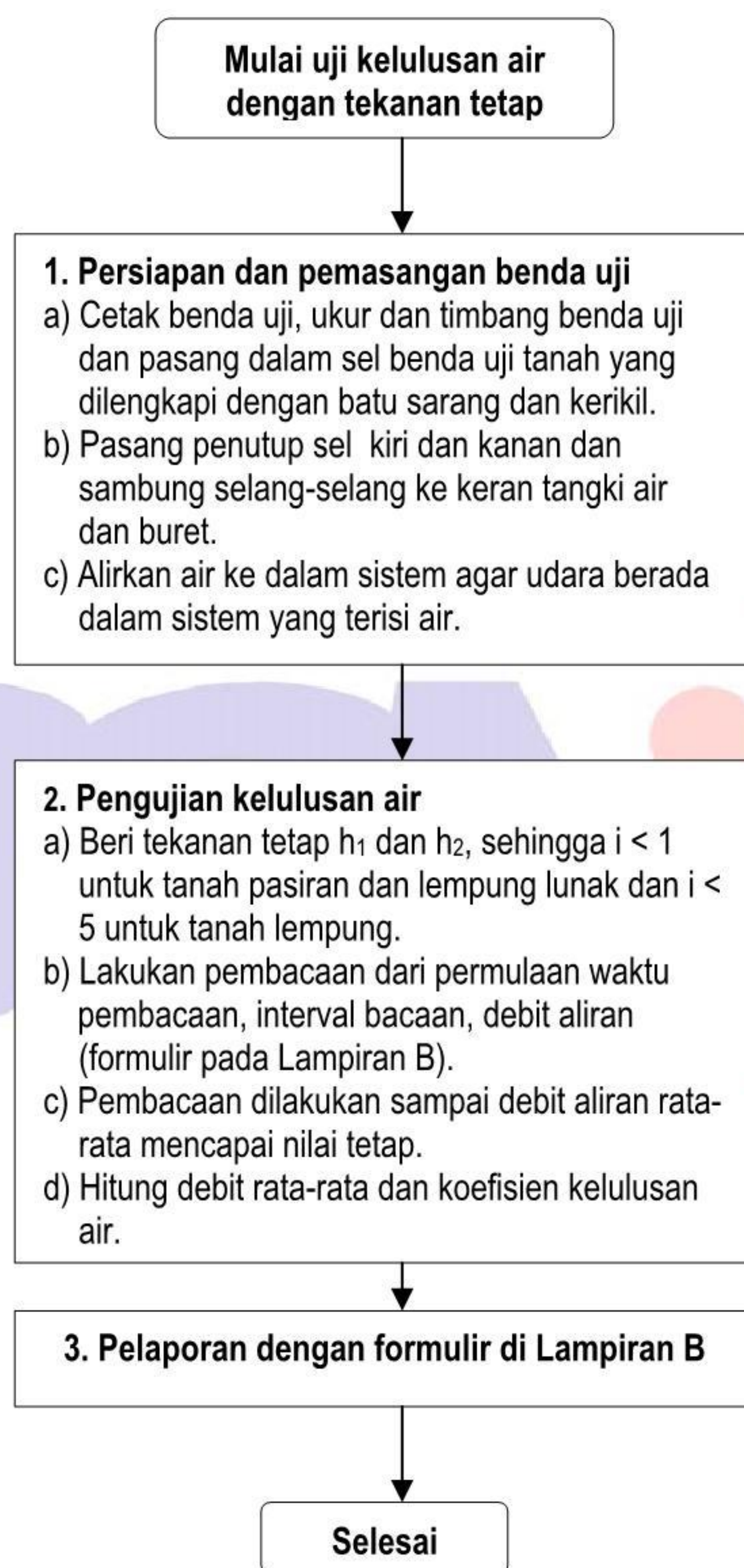
7 Laporan uji

Hasil uji kelulusan air dengan tekanan tetap pada benda uji tanah di laboratorium, dilaporkan dalam bentuk formulir seperti dapat dilihat pada Lampiran B, yang antara lain memuat hal-hal berikut :

- Nama proyek, lokasi, tanggal dan waktu pengujian, nama penguji, pengawas ahli dan penanggung jawab hasil uji ditulis dengan jelas, dan disertai tanda tangannya;
- Nomor lubang bor atau sumur uji, kedalaman, elevasi jenis contoh (tidak terganggu, dan terganggu), dan pemerian jenis tanah;
- Parameter benda uji sebelum dan setelah pengujian seperti berat volume, kadar air, berat volume butir benda uji tanah, diameter, panjang, luas, volume benda uji tanah, dan cara pencetakan benda uji;
- Waktu mulai pengujian, waktu selang pembacaan, debit tercatat, dan debit rata-rata;
- Grafik hubungan antara q versus t atau q versus $1/\sqrt{t}$.

Lampiran A (normatif)

Bagan alir cara uji kelulusan air benda uji tanah di laboratorium dengan tekanan tetap



Lampiran B
(informatif)

Contoh uji kelulusan air dengan tekanan tetap

Tabel B.1 Contoh formulir cara uji kelulusan air dengan tekanan tetap

UJI KELULUSAN AIR DENGAN TEKANAN TETAP					
Proyek : Lokasi : Kedalaman (m) : Ukuran benda uji : Diameter Ø (cm) : Panjang L (cm) : Luas A (cm²) : Volume (cm³) :			Sifat fisik tanah Jenis tanah : Warna : Kadar air w (%) : Berat volume γ_n (gr/cm³) : Spesifik grav. G_s (-) : Tinggi tekanan air h_1 (cm) : h_2 (cm) : Kemiringan hidraulik $i = (h_1 - h_2)/L$:		
Waktu dari permulaan uji t (menit)	Selang waktu Δt (menit)	Volume air terukur V (cm ³)	Debit air rata-rata $q = Q/t$ (cm ³ /menit)	i/\sqrt{t}	Keterangan
Koef. kelulusan air $k = q/(A \times 60)$ cm/s : Penguji : Penyelia : Penanggung jawab :					

Tabel B.2 Contoh hasil uji kelulusan air dengan tekanan tetap

UJI KELULUSAN AIR DENGAN TEKANAN TETAP					
Proyek : Bend. Kolhua NTT Lokasi : DH.8 Kedalaman (m) : 20,00 – 20,50 Ukuran benda uji : Diameter Ø (cm) : 10,000 Panjang L (cm) : 10,000 Luas A (cm²) : 78,540 Volume (cm³) : 1570,796			Sifat fisik tanah Jenis tanah : Lempung (fat clay) Warna : Abu-abu Kadar air w (%) : 19,660 Berat volume γ_n (gr/cm³) : 2,063 Spesifik grav. G_s (-) : 2,650 Tinggi tekanan air : h_1 (cm) : 110,00 h_2 (cm) : 10,00 Gradien hidraulik $i = (h_1 - h_2)/L$: 10,00		
Waktu dari permulaan uji t (menit)	Selang waktu Δt (menit)	Volume air terukur V(cm ³)	Debit air rata-rata $q = Q/t$ (cm ³ /menit)	i/ \sqrt{t}	Keterangan
60	60	5,3000	0,0883	0,1826	Kondisi aliran tetap $q = 0,0667$ cm ³ /s
120	60	5,0000	0,0833	0,1291	
180	60	4,8000	0,0800	0,1054	
240	60	4,5000	0,0750	0,0913	
300	60	4,3000	0,0717	0,0816	
360	60	4,0000	0,0667	0,0745	
420	60	4,0000	0,0667	0,0690	
480	60	4,0000	0,0667	0,0645	
540	60	4,0000	0,0667	0,0609	
Koef. kelulusan air $k = q/(A \times 60)$ cm/s			: $1,41 \times 10^{-6}$		
Penguji			: Triadi		
Penyelia			: Carlina		
Penanggung jawab			: Theo F.N		

Lampiran C
(informatif)

Tabel daftar deviasi teknis dan penjelasannya

No.	Materi	Sebelum	Revisi
1	Judul	Metode Pengujian Laboratorium Tentang Kelulusan Air Untuk Contoh Tanah	Cara uji kelulusan air benda uji tanah di laboratorium dengan tekanan tetap
2	Format	Format SNI	Tetap
2	Acuan normative	Ada	ASTM yang terkait dipindah ke Bibliografi.
3	Istilah dan definisi	Sudah ada	Perbaiki sedikit pada beberapa penjelasan, disusun menurut abjad.
4	– Penjelasan rumus dan gambar – Penjelasan cara kerja peralatan, bagan alir cara uji, dan contoh uji.	Sudah ada	Lengkapi penjelasan rumus dan gambar, serta cara kerja peralatan secara skematis.
5	Rumus	Sudah ada	Lengkapi rumus dengan gambar dan satuan serta perhitungannya.
6	Gambar	Gambar masih kurang jelas	Perbaiki, lengkapi dan perjelas gambar-gambar cara kerja alat, bagan alir cara kerja dan cantumkan sumbernya.
7	Contoh Formulir	Belum lengkap	Penambahan contoh uji/ perhitungan (Lampiran B).

Bibliografi

ASTM D 2434-1989 (1989), "*Test method for permeability of granular soils (constant head)*".

Departemen Pekerjaan Umum, 2005, "*Pedoman penyelidikan geoteknik untuk fondasi bangunan air*", Vol.1: Penyusunan program penyelidikan, metode pengeboran dan deskripsi log bor (Pd.T 03.1- 2005-A), Vol.2: Pengujian lapangan dan laboratorium (Pd.T 03.2-2005-A), dan Vol.3: Interpretasi hasil uji dan penyusunan laporan penyelidikan geoteknik (Pd.T 03.3-2005-A), Kep.Men. Pekerjaan Umum No: 498/KPTS/M/2005, Jakarta, tgl. 22 Nov 2005.

Head, K.H., "*Manual of Soil Laboratory Testing*", Vol. 2, Pentech Press Limited Estover Road, Plymouth, Devon PL6 7 PZ.







BADAN STANDARDISASI NASIONAL - BSN
Gedung Manggala Wanabakti Blok IV Lt. 3-4
Jl. Jend. Gatot Subroto, Senayan Jakarta 10270
Telp: 021- 574 7043; Faks: 021- 5747045; e-mail : bsn@bsn.or.id